

滇西腾冲地块东南缘高黎贡山群片麻岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义

林仕良, 丛 峰, 高永娟, 邹光富

LIN Shi-liang, CONG Feng, GAO Yong-juan, ZOU Guang-fu

中国地质调查局成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082

Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Chengdu 610082, Sichuan, China

摘要: 分布于腾冲地块东南缘的高黎贡山群片麻岩经历了多期变质作用, 深熔和糜棱岩化作用表现得十分明显, 片麻岩中的锆石具有深熔锆石的特征。在取得的 15 个锆石年龄数据中, 14 个数据的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为 454.4~546.7Ma, 平均年龄为 $489\text{Ma} \pm 16\text{Ma}$, 仅 1 个数据为 261.9Ma。测试结果表明, 腾冲地块东南缘的高黎贡山群岩石在早古生代遭受强烈的区域变质作用(包括混合岩化), 而这正是泛非事件在腾冲地块上的反映。

关键词: 滇西; 腾冲地块; 片麻岩; 深熔作用; LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄

中图分类号: P597^{+.3}

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2012)02/03-0258-06

Lin S L, Cong F, Gao Y J, Zou G F. LA-ICP-MS zircon U-Pb age of gneiss from Gaoligong Mountain Group on the southeastern margin of Tengchong block in western Yunnan Province. *Geological Bulletin of China*, 2012, 31(2/3): 258-263

Abstract: Gaoligong gneiss from southeastern Tengchong block has experienced multi-stage metamorphism, and hence shows evident anatexis and mylonitization. 14 of the 15 zircon points yielded $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ age of 454.4-546.7Ma, with the average age of $489\text{Ma} \pm 16\text{Ma}$. The result suggests that the Gaoligong Mountain Group in southeastern Tengchong block underwent intense regional metamorphism including migmatization in Early Paleozoic, which reflected the Pan-African event in the Tengchong block.

Key words: western Yunnan; Tengchong block; gneisses; anatexis; LA-ICP-MS zircon U-Pb age

高黎贡山群构成了腾冲地块的结晶基底, 区域上广泛分布, 向北延入西藏, 向南西延至缅甸。高黎贡山群历来是研究热点, 前人对其原岩建造、变质变形序列、地球化学、同位素年代学等进行了研究, 积累了丰富的资料^[1-3]。近年来, 随着对高黎贡山群研究的不断深入, 原划归高黎贡山群的一些浅变质岩系和片麻状花岗岩被解体出来, 但精细的年代学资料仍然缺乏。本文在详细的区域地质调查的基础上, 将研究区内的高黎贡山群进行了进一步解剖, 将糜棱岩化的花岗岩(片麻状花岗岩)解体出来, 研究区内的高黎贡山群仅包含一套由片麻岩、变粒岩和片

岩组合成的变质程度达角闪岩相的变质岩。本文取得了高黎贡山群片麻岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄数据, 为探讨高黎贡山群的变质历史和特提斯的演化提供了进一步的依据。

1 地质概况

梁河—潞西一带, 大面积出露的主要为三叠纪、早白垩世、古近纪花岗岩和新近纪芒棒组碎屑岩。高黎贡山群局限分布于龙陵—瑞丽断裂北西盘, 与各期花岗岩呈侵入接触(图 1)。高黎贡山群主要为一套片岩、片麻岩和变粒岩组合。岩石遭受到强烈的改

收稿日期: 2012-01-10; 修订日期: 2012-02-15

资助项目: 中国地质调查局项目《云南 1:5 万梁河县幅、江东幅、帕底幅区域地质调查》(编号: 1212010784007)

作者简介: 林仕良(1962-), 男, 教授级高级工程师, 从事构造地质、区域地质研究。E-mail: sl-lin@163.com

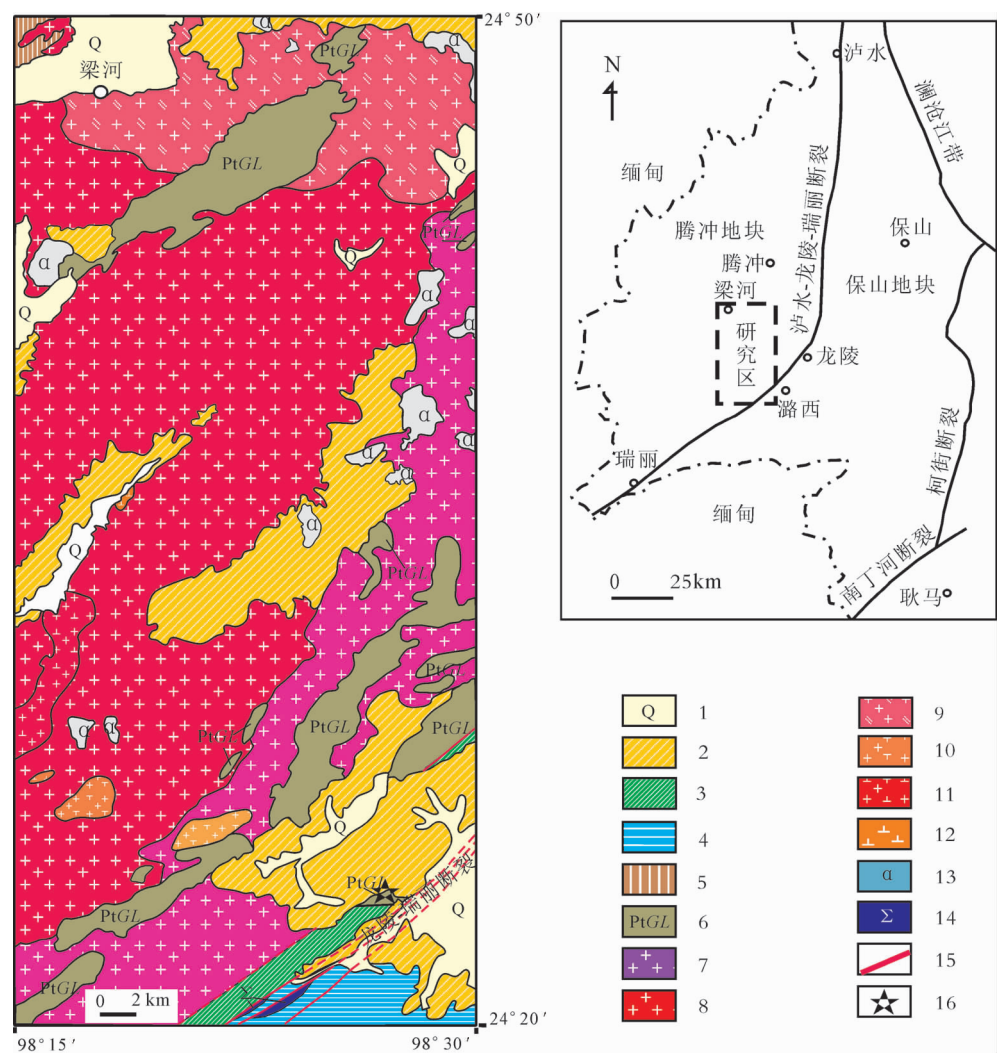


图 1 梁河—潞西一带地质简图及采样位置

Fig. 1 Simplified geological map of Lianghe-Luxi area, showing sampling positions

1—第四系;2—新近系;3—白垩纪板岩;4—中生代沉积岩;5—石炭纪碎屑岩;6—高黎贡山群;7—古近纪花岗岩;8—早白垩世花岗岩;9—三叠纪花岗岩;10—钾长花岗岩;11—花岗闪长岩;12—闪长岩;13—安山岩;14—橄榄岩;15—断层;16—采样位置

造,原岩面貌完全消失,原生层理被片理、片麻理或糜棱面理所取代,整体上属层状无序的构造-岩层。主要岩性有黑云母石英片岩、石榴子石黑云母石英片岩、二长石英片岩、石英片岩、绢云母石英片岩、黑云母二长片麻岩、含石榴子石黑云母二长片麻岩、黑云母钾长片麻岩、黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长变粒岩等。区域上高黎贡山群岩性有一定的变化,部分地段透辉变粒岩、大理岩、透辉大理岩集中成段出露^①。恢复后的原岩为泥质砂岩与粉砂质泥岩夹灰岩和中基性火山岩。属活动大陆边缘环境的沉积。

本文黑云母二长片麻岩样品采自潞西市南

15km 处芒市河边剖面。该处剖面上主要岩性为黑云二长片麻岩、二云母二长片麻岩、黑云长石石英片麻岩、黑云角闪斜长变粒岩、石榴子石黑云母二长片麻岩、黑云斜长片麻岩、石榴子石黑云石英片岩等。露头上见岩层变形强烈,发育流变褶皱(图 2)和剪切变形。混合岩化(图 3)、后期糜棱岩化叠加非常明显。

2 岩相和锆石特征

样品岩性为黑云母二长片麻岩(图 4)。该岩性是剖面上最为常见的岩石,常呈灰色、“层状”,与黑云变粒岩相伴产出。岩石具片状、粒状变晶结构,片



图2 高黎贡山群片麻岩中发育的流变褶皱

Fig. 2 Rheomorphic fold in gneisses from Gaoligong Mountain Group



图3 高黎贡山群中的条带状混合岩化

Fig. 3 Banded migmatization of Gaoligong Mountain Group

麻状构造。主要矿物成分:黑云母 5%~10%、石英 35%~40%、钾长石 30%、斜长石 20%~25%。黑云母呈鳞片状,构成条纹状、线纹状集合体;钾长石以条纹长石为主,呈粒状、透镜状,粒径 0.5~1.5mm;斜长石以更长石为主,呈粒状、柱状、不规则状,发育钠长石双晶,粒径 0.3~1.0mm;石英呈粒状、透镜状,集中排列呈条带状构造,粒径 0.1~0.2mm。浅色矿物与暗色矿物断续相间平行定向排列构成片麻状构造。岩石中出现的矿物共生组合主要为石英+钾长石+斜长石+黑云母。

锆石晶形较差,主要为短柱状或不规则粒状,粒径为 50~100 μm 。极个别锆石呈长柱状,晶形较好。阴极发光图像显示,大部分锆石具有明显的分带特征,锆石内部常见残留锆石核,外层发育岩浆韵律环



图4 黑云母二长片麻岩野外露头(上)及其镜下显微(下)照片(正交偏光)

Fig. 4 Field photograph and microphotograph of the biotite two feldspar gneiss

带(图5)。这种外形圆化、由内核和深熔增生边组成的锆石,具有与岩浆成因锆石类似的特征,为典型的深熔锆石^[4]。锆石晶体外带发育白色蚀变边,为晚期动力变质(糜棱岩化)所形成的。

3 分析方法和结果

锆石挑选在河北省廊坊区域地质调查研究院完成。在双目镜下挑出晶型较好的锆石,将其粘在双面胶上,用无色透明的环氧树脂固定,固化之后抛光,然后在显微镜下照相(反射光和透射光)。锆石阴极发光照相和 U-Pb 同位素分析均在西北大学大陆动力学国家重点实验室完成。阴极发光在美国 Gatan 公司生产的阴极荧光光谱仪(型号 Mono CL3+)上进行,锆石 U-Pb 同位素分析在该实验室

表 1 腾冲地块片麻岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 分析数据
Table 1 LA-ICP-MS zircon U-Pb data from gneisses of Tengchong block

点 号	Th/ ^{10⁻⁶}	U/ ^{10⁻⁶}	Th/U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb		²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U		²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U		²⁰⁸ Pb/ ²³² Th		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb		²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U		²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U		²⁰⁸ Pb/ ²³² Th	
				比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ
P1	464.28	765.57	0.61	0.05623	0.00075	0.62995	0.00830	0.08176	0.00087	0.02145	0.00024	460.6	29.53	506.6	5.18	496.1	5.17	429.0	4.73
P5	705.73	1117.43	0.63	0.05580	0.00075	0.67686	0.00894	0.08851	0.00094	0.02294	0.00026	444.2	29.14	546.7	5.57	524.9	5.41	458.5	5.08
P6	508.84	490.21	1.04	0.05107	0.00087	0.55592	0.00924	0.07942	0.00087	0.02115	0.00025	243.9	38.58	492.7	5.18	448.9	6.03	423.1	5.00
P7	146.67	429.79	0.34	0.05161	0.00091	0.29343	0.00509	0.04147	0.00046	0.02990	0.00037	268.3	40.12	261.9	2.82	261.3	4.00	595.5	7.27
P8	497.40	889.55	0.56	0.05124	0.00073	0.59243	0.00825	0.08432	0.00090	0.02241	0.00026	251.8	32.25	521.9	5.36	472.4	5.26	447.9	5.19
P9	528.02	916.24	0.58	0.05437	0.00079	0.57525	0.00826	0.07715	0.00083	0.02233	0.00027	386.3	32.43	479.1	4.96	461.4	5.32	446.4	5.33
P10	259.66	310.38	0.84	0.05816	0.00100	0.63051	0.01066	0.07904	0.00087	0.02299	0.00030	535.1	37.92	490.4	5.21	496.4	6.64	459.5	5.84
P11	716.14	1167.56	0.61	0.05331	0.00080	0.60900	0.00897	0.08327	0.00090	0.01962	0.00024	342.0	33.53	515.6	5.35	482.9	5.66	392.7	4.86
P12	1050.49	1225.25	0.86	0.05709	0.00087	0.66788	0.01002	0.08527	0.00092	0.02304	0.00029	494.3	33.62	527.5	5.49	519.4	6.10	460.5	5.74
P13	394.02	776.51	0.51	0.05686	0.00091	0.57647	0.00901	0.07388	0.00081	0.02170	0.00028	485.6	35.29	459.5	4.84	462.2	5.80	434.0	5.63
P14	458.32	774.88	0.59	0.05735	0.00100	0.57499	0.00975	0.07303	0.00081	0.02090	0.00029	504.7	38.22	454.4	4.86	461.2	6.29	418.1	5.81
P19	392.06	749.94	0.52	0.05237	0.00089	0.53794	0.00897	0.07482	0.00083	0.01999	0.00028	301.4	38.42	465.1	4.96	437.1	5.92	400.1	5.59
P20	645.58	670.08	0.96	0.05285	0.00095	0.54456	0.00957	0.07504	0.00084	0.01960	0.00028	322.3	40.32	466.4	5.03	441.4	6.29	392.4	5.59
P21	373.60	634.80	0.59	0.05297	0.00094	0.57260	0.00995	0.07871	0.00088	0.02115	0.00031	327.5	39.83	488.4	5.25	459.7	6.42	423.1	6.14
P22	404.26	760.04	0.53	0.05215	0.00096	0.53851	0.00970	0.07518	0.00085	0.02061	0.00031	291.9	41.61	467.3	5.07	437.4	6.40	412.4	6.17

注:年龄的单位为 Ma



图 5 锆石阴极发光影像

Fig. 5 CL images of zircons

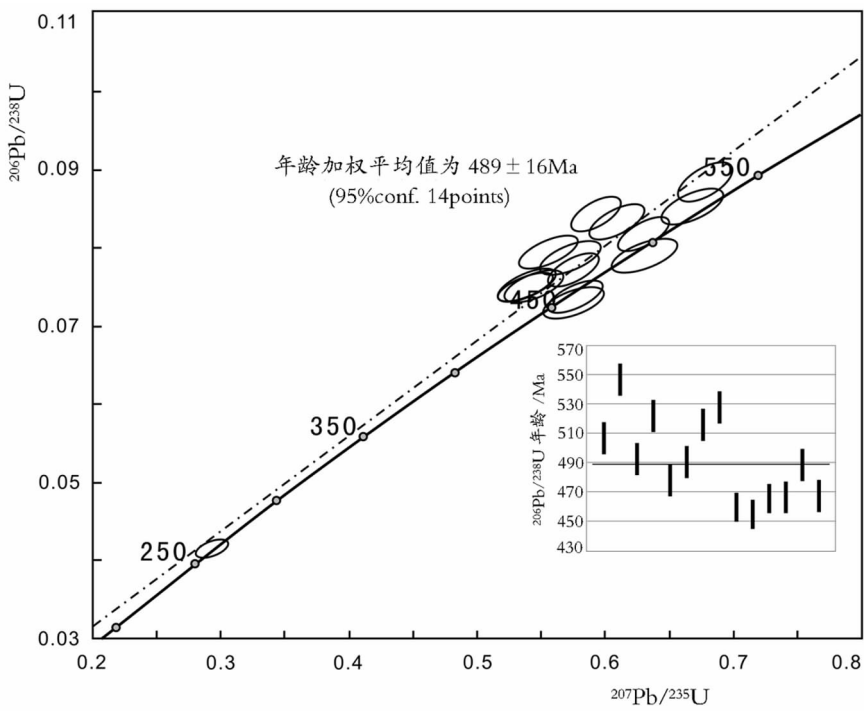


图 6 锆石 U-Pb 谐和图

Fig. 6 U-Pb concordia diagram of zircons

的四极杆 ICP-MS Elan6100DRC 仪器 (Perkin Elmer/SCIEX 公司生产) 上进行。激光剥蚀系统由 ComPex 102ArF 准分子激光器 (德国 Lambda Physik 公司生产, 波长 193nm) 和 GeoLas200M 光学系统 (德国 MicroLas 公司生产) 联机组成, 分析采用激光剥蚀束斑直径 32μm, 剥蚀深度 20~40μm, 激光脉冲为 10Hz, 锆石年龄采用标准锆石 91500 作为外标标准物质, 元素含量采用 NIST SRM610 作为外标, ²⁹Si

作为内标元素。样品的同位素比值和元素含量计算采用 GLITTER (ver4.0, Macquarie University) 程序, 年龄计算与谐和图的绘制采用 Isoplot (ver2.49) (Ludwig, 1991) 程序。

黑云母二长片麻岩中部分锆石的阴极发光 (CL) 图像和分析点位见图 5, 锆石 U-Pb 谐和图见图 6, 分析数据见表 1。该次实验共对 15 颗锆石分析了 15 个点, 分析点均打在核外的增生边上。其中 14

个点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为 454.4~546.7Ma, 年龄加权平均值为 $489\text{Ma}\pm 16\text{Ma}$ (95%置信度), 其 Th/U 比值为 0.51~1.04, 这 14 个点均打在短柱状或不规则粒状的锆石上。另 1 个点(P7)打在晶形完好的长柱状晶体上(图 5), $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为 261.9Ma (95%置信度), 其 Th/U 比值为 0.34, 该年龄可能代表另一起构造-岩浆热事件的时代。

4 讨论与结论

在野外露头上片麻岩变形强烈、发育流变褶皱和混合岩化现象, 说明研究区内的高黎贡山群至少经历了 1 期混合岩化和深熔变质作用。片麻岩中的锆石以短柱状或不规则粒状为主, 锆石颗粒外形圆化, 由内核和深熔增生边组成, 增生边发育震荡环, 具有与岩浆成因锆石类似的特征。结合片麻岩露头的特征, 认为这些锆石为较为典型的深熔锆石^[4]。锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 平均年龄 $489\text{Ma}\pm 16\text{Ma}$ 代表了这期深熔变质事件的时代。

近年来的研究发现, 研究区内广泛分布有早白垩纪二长花岗岩和晚白垩世—古近纪二长花岗岩, 其中的锆石除了正常的岩浆成因的锆石外, 常含有具有核和增生边的锆石, 核部取得的 U-Pb 年龄为 443~537Ma^[5~6], 年龄值与片麻岩的年龄值一致。另外在研究区北东边, 古当河片麻状花岗岩的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为 462~519Ma, 年龄加权平均值为 $487\text{Ma}\pm 11\text{Ma}$ ^[7], 与本区片麻岩的年龄十分接近。这些数据表明, 早古生代腾冲地块上发生了一次强烈的构造-

热事件, 该次事件也是研究区内的高黎贡山群遭受最强烈的一次变质作用。泛非事件是指 550Ma±100Ma 前发生的一次重要的构造事件, 其影响的非洲大部分及相邻的冈瓦纳地区被称为泛非造山带。片麻岩中锆石的测年结果与泛非事件时间吻合, 这期变质作用正是冈瓦纳大陆泛非—早古生代造山事件的在腾冲地块上的构造-岩浆活动记录。

致谢: 锆石 LA-ICP-MS 分析测试和阴极发光照相得到西北大学大陆动力学国家重点实验室工作人员的帮助, 岩矿鉴定得到成都地质调查中心须同瑞研究员的帮助, 审稿专家提出了宝贵的修改意见。在此一并表示诚挚的谢意。

参考文献

- [1] 陈福坤, 李秋立, 王秀丽, 等. 滇西地区腾冲地块东侧混合岩锆石年龄和 Sr-Nd-Hf 同位素组成[J]. 岩石学报, 2006, 22(2): 439-448.
- [2] 钟大赉, 等. 滇川西部古特提斯造山带[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [3] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [4] 简平, 程裕淇, 刘敦一. 变质锆石成因的岩相学研究——高级变质岩 U-Pb 年龄解释的基本依据[J]. 地学前缘, 2001, 8(3): 183-191.
- [5] 丛峰, 林仕良, 李再会, 等. 滇西腾冲地块片麻状花岗岩的锆石 U-Pb 年龄[J]. 地质学报, 2009, 83(5): 651-658.
- [6] 邹光富, 林仕良, 李再会, 等. 滇西潞西邦木二长花岗岩 SHRIMP 锆石年龄及其构造意义[J]. 中国地质, 2011, 38(1): 77-85.
- [7] 宋述光, 季建清, 魏春景, 等. 滇西北怒江早古生代片麻状花岗岩的确定及其构造意义[J]. 科学通报, 2007, 52(8): 927-930.
- ① 云南省地调院区域地质调查所. 1:25 万潞西幅区域地质调查报告. 2008.